

明 細 書

オイル潤滑式転がり軸受装置

技術分野

[0001] 本発明は、オイル潤滑式転がり軸受装置に関し、特に、自動車のデифференシャルギヤやトランスアクセル等のピニオン軸支持装置、自動車のトランスミッション等に設置されれば好適なオイル潤滑式転がり軸受装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、オイル潤滑式転がり軸受装置としては、図9に示す円錐ころ軸受がある。この円錐ころ軸受は、自動車や工作機械で使用されるようになっている。

[0003] この円錐ころ軸受は、図9に示すように、内輪11と、外輪12と、内輪11と外輪12との間の環状空間14に転動自在に配置される円錐ころ13と、円錐ころ13を周方向の所定の間隔毎に保持する保持器15とで構成される。

[0004] この円錐ころ軸受は、ラジアル荷重とスラスト荷重、すなわち、ラジアル方向およびスラスト方向からの荷重を支持するようになっている。上記円錐ころ軸受は、ラジアル方向およびスラスト方向からの荷重を支持できる反面、回転トルクが大きいという問題がある。このことから、低トルクが要求されるアプリケーションでは玉軸受が使用されることが多い。

[0005] しかしながら、玉軸受は、円錐ころ軸受と比較して負荷容量が小さいため、同じ負荷容量を得るためには軸受のサイズを大きくしなければならず、重量が増大する。このため、大きな荷重を受ける部分では可能なかぎり、円錐ころ軸受を使用するのが好ましい。

[0006] 上記円錐ころ軸受の回転トルクの要因としては、内輪11の円錐軌道面の小径側の端部に形成される鰐部11aおよび上記円錐軌道面の大径側の端部に形成される鰐部11bと、円錐ころ13の端面13a、13bとのすべり摩擦抵抗が挙げられる。

[0007] また、別の回転トルクの要因としては、上記円錐ころ軸受が自動車のデифференシャル装置や工作機械等で使用されること、すなわち、多量のオイルを流入させて潤滑する条件で使用されることに起因するオイルの攪拌抵抗が挙げられる。

- [0008] 上記オイルの攪拌抵抗を低減できる円錐ころ軸受としては、特開2004-084799号公報に記載されている円錐ころ軸受がある。
- [0009] この円錐ころ軸受は、保持器の柱部の径方向の肉厚を、その周方向の略全体にわたって厚くしている。このようにして、保持器の内面と内輪の外表面との間の潤滑油の流路を狭くして、軸受内部に流入する潤滑オイルを減少させるようにしている。
- [0010] しかしながら、上記円錐ころ軸受は、肉厚が厚い柱部を有する保持器が内輪と外輪との間で高速で回転することになるため、使用条件によってはオイルの攪拌抵抗の低減が不十分であるという問題がある。
- [0011] 上述したように、円錐ころ軸受は、高容量という長所を有する反面、回転トルクが高いという欠点を有する。特に、多量のオイルで潤滑される場合には、攪拌抵抗による回転トルクの低減が不十分であるという問題がある。回転トルクを大きく低減できれば、機械や装置の効率を格段に向上できる。また、小エネルギー化を実現できて、環境負荷改善にも役立つ。
- [0012] かかる状況に鑑みて、潤滑オイルの攪拌抵抗に起因する回転トルクを低減する要求が、高まっている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0013] そこで、本発明の課題は、負荷容量を確保したままで攪拌抵抗を低減して回転トルクを低減することのできるオイル潤滑式転がり軸受装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0014] 上記課題を解決するため、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
内輪と、
外輪と、
上記内輪と上記外輪との間に配置された複数の転動体と、
上記内輪と上記外輪との間にオイルが流入するのを抑制するオイル流入抑制部材と
を備えることを特徴としている。
- [0015] 本発明によれば、上記オイル流入抑制部材によって、軸受装置の内部に浸入する

オイルの量を抑制できる。したがって、オイル潤滑式転がり軸受装置の内部に過度にオイルが浸入することがなくて、オイルの攪拌抵抗を小さくすることができるので、オイル潤滑式転がり軸受装置自体の回転トルクを小さくすることができる。したがって、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置を備えた自動車等の燃費を低減できる。

- [0016] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
上記転動体は、円錐ころであり、
上記内輪は円錐軌道面を有する回転輪で、上記外輪は円錐軌道面を有する固定輪であり、
上記内輪は上記円錐ころの小径端面に接する鏝部を有し、
上記オイル流入抑制部材は、上記鏝部よりも径方向の外方に突出する突出部を有する遮蔽板であり、
さらに、上記円錐ころを保持する保持器を備え、
上記突出部は、上記保持器に対して上記内輪の軸方向に間隔をおいた箇所に配置されている。
- [0017] 回転輪である内輪側に部材を設ければ、その部材は、回転軸と共に回転することになる。このような、回転軸と共に回転する部材を設けることは、当業者の間では好ましいことではないと考えられている。このことから、当業者の間では、回転輪である内輪側に遮断板を設けて、オイルが軸受内に流入することを防止するという思想は存在しなかった。しかしながら、本発明者は、実験により、回転輪である内輪側に遮断板を設ければ、従来の円錐ころと比較して、回転トルクを、格段に低減できることを発見した。
- [0018] 上記実施形態によれば、従来の円錐ころと比較して、回転トルクを、格段に低減できる。これは、上記遮蔽板が、回転輪である内輪側に配置されており、上記遮蔽板が、回転する構造であるので、遮蔽板に付着するオイルの遠心力によって、当該オイルが径方向の外方にとばされ、オイルが軸受装置内に浸入しにくくなるためであると推測される。
- [0019] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
上記突出部の外径は、上記外輪の円錐軌道面の小径側の端部の内径以下である

- 。
- [0020] 上記実施形態によれば、軸受装置の潤滑に必要なオイルの流入を確保できるため、軸受装置の焼付を防止できる。
- [0021] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
上記突出部と、上記保持器との上記軸方向の隙間は、3mm以下である。
- [0022] 上記実施形態によれば、軸受装置内に浸入するオイルを更に低減できて、回転トルクを更に低減できる。
- [0023] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記内輪と、上記遮蔽板とは、一体に形成されている。
- [0024] 上記実施形態によれば、加工工数や組立工数を低減することができる。
- [0025] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
上記転動体は円錐ころであり、
上記内輪は円錐軌道面を有する回転輪で、上記外輪は円錐軌道面を有する固定輪であり、
上記オイル流入抑制部材は、上記外輪の円錐軌道面の小径側の端部よりも径方向の内方に突出する突出部を有する遮蔽板であり、
さらに、上記円錐ころを保持する保持器を備え、
上記突出部は、上記保持器に対して上記外輪の軸方向に間隔をおいた箇所に配置されており、
上記突出部と、上記保持器との上記軸方向の隙間は、3mm以下である。
- [0026] 上記実施形態によれば、軸受装置内に浸入するオイルを低減できて、回転トルクを、低減することができる。
- [0027] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記外輪と、上記遮蔽板とは、一体に形成されている。
- [0028] 上記実施形態によれば、加工工数や組立工数を低減することができる。
- [0029] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記内輪と上記外輪との間に流入したオイルが流出するのを促進するオイル流出促進構造を設ける。
- [0030] 上記実施形態によれば、上記オイル流出促進構造を備えるので、軸受装置の内部

に浸入したオイルを速やかに軸受装置の外部に流出させることができる。したがって、オイル潤滑式転がり軸受装置の内部にオイルが留まることがなくて、オイルがスムーズに流出するので、オイルの攪拌抵抗を小さくすることができて、オイル潤滑式転がり軸受装置自体のトルクを小さくすることができる。したがって、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置を備えた自動車等の燃費を低減できる。

[0031] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、

上記転動体は、円錐ころであり、

上記オイル流出促進構造は、 z を円錐ころの数、 DW を円錐ころの平均径、 dm を円錐ころのピッチ円径としたとき、

$$z \leq 0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$$

を満たすような数 z の上記円錐ころを、その円錐ころの大径側をオイル流出側に向けて、上記内輪と上記外輪との間に配置した配置構成を含む。

[0032] 上記実施形態によれば、円錐ころの個数 z を、 $0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ 以下に抑えて、周方向に隣接する円錐ころの間のスペースを大きくして、オイルの流路を大きくしたので、オイルの流出を促進できる。したがって、オイル潤滑式転がり軸受内部のオイルの量を低減できて、オイルの攪拌抵抗を小さくできる。

[0033] 詳細には、上記実施形態によれば、円錐ころの個数 z を、 $0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ 以下にしたので、円錐ころの個数が、 $0.90 / (DW / (\pi \cdot dm))$ から $0.95 / (DW / (\pi \cdot dm))$ の範囲に設定される通常の円錐ころ軸受と比較して、軸受内を貫通する油の流路を通常品よりも広げることができて、軸受内に入った油を外部に流出させ易くすることができる。したがって、油の攪拌抵抗に寄与する油の量が少なくなるので、攪拌抵抗に起因するトルクを10%以上低減できる。

[0034] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、

上記転動体は、円錐ころであり、

上記オイル流出促進構造は、上記円錐ころと 25° 以上の接触角で接触するように設定されている上記外輪の円錐軌道面を含む。

[0035] 尚、この明細書では、上記接触角を、テーパ面の法線と、オイル潤滑式転がり軸受装置の軸中心線とがなす角の余角(90° - 上記なす角)として定義するものとする。

- [0036] 上記実施形態によれば、上記接触角を 25° 以上に設定して、外輪の円錐軌道面が、オイルの流出方向で、末広がりになる度合いを大きくしたので、軸受装置の運転中に遠心力により外輪の円錐軌道面に到達したオイルが、この円錐軌道面に沿って移動するときの速度を大きくすることができる。したがって、オイルを効率よく流出させることができ、オイル潤滑式転がり軸受装置自体のトルクの低減の度合いを大きくすることができる。
- [0037] 詳細には、上記実施形態によれば、上記接触角が 25° 以上に設定されているので、接触角が 20° 程度に設定される通常の軸受と比較して、遠心力によって外輪側に流れる軸受内の油の排出能力を高めることができ、攪拌抵抗に起因するトルクを20%以上低減できる。
- [0038] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記オイル流入抑制部材が、オイル流入側の上記内輪と上記外輪との間の開口を部分的に塞ぐ部材を含み、上記オイル流出促進構造が、オイル流出側においてオイルの流出方向に沿って延在する部材を含む。
- [0039] 尚、この明細書では、とくにことわらない限り、オイルの流出側を、転動体の中心（転動体が円錐ころの場合、円錐ころの中心軸上、かつ、大端面と小端面との中間の点）を通過し、かつ、外輪の中心軸に垂直である平面に対して、オイルの流れの下流域側として定義する。また、オイルの流入側を、上記平面に対して、オイルの流れの上流域側として定義する。
- [0040] 上記実施形態によれば、上記オイル流入抑制部材が、オイル流入側の上記開口を塞ぐように延在する部材を含むので、最低限必要なオイル以外のオイルが上記開口からオイル潤滑式転がり軸受装置内部に浸入することを確実に抑制できる。また、上記オイル流出促進構造が、オイル流出側においてオイルの流出方向に沿って延在する部材を含むので、このオイル流出促進構造でオイルの流れを整流することができ、オイルを効率よく流出させることができる。
- [0041] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記円錐ころの大径側の端面と、上記内輪の円錐軌道面の大径側に設けられて上記円錐ころの大径側の端面に接する鏝部の端面とのうちの少なくとも一方は、硬質皮膜で被覆されている。

- [0042] 上記実施形態によれば、上記円錐ころの大径側の端面と、上記鏝部の端面とのうちの少なくとも一方が、硬質皮膜で被覆されているので、上記円錐ころの大径側の端面と上記鏝部の端面との摩擦を低減してトルクを更に低減できると共に、供給されるオイルが極小状態になっても、上記接触部分である上記円錐ころの大径側の端面と上記鏝部の端面(これらの接触部)の焼き付きを確実に防止することができる。
- [0043] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、
上記転動体は、玉であり、
上記オイル流出促進構造は、上記外輪の内周面におけるオイルの流出側の断面未広がりな形状の部分を含む。
- [0044] 上記実施形態によれば、オイル潤滑式転がり軸受装置の運転中に遠心力により外輪の内面に到達したオイルが、上記外輪の内周面に沿って移動するときの速度を大きくすることができる。したがって、オイルを効率よく流出させることができ、オイル潤滑式転がり軸受装置自体のトルクの低減の度合いを大きくすることができる。
- [0045] また、一実施形態のオイル潤滑式転がり軸受装置は、上記内輪および上記外輪の軌道面と、上記玉とのうちの少なくとも一方は、硬質皮膜で被覆されている。
- [0046] 上記実施形態によれば、上記内輪および上記外輪の軌道面と、上記玉との摩擦力を低減してトルクを低減できる。また、供給されるオイルが極小状態になっても、上記玉と上記2つの軌道面(これらの接触部)の焼き付きを確実に防止することができる。

発明の効果

- [0047] 本発明によれば、オイル流入抑制部材によって、軸受装置の内部に浸入するオイルの量を抑制できる。したがって、オイル潤滑式転がり軸受装置の内部に過度にオイルが浸入することがなくて、オイルの攪拌抵抗を小さくすることができるので、オイル潤滑式転がり軸受装置自体のトルクを小さくすることができる。したがって、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置を備えた自動車等の燃費を低減できる。

図面の簡単な説明

- [0048] [図1]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第1実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。
- [図2]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第2実施形態の円錐ころ軸受装置の

軸方向の断面図である。

[図3]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第3実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

[図4]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第4実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

[図5]上記第1実施形態の円錐ころ軸受装置の作用効果を調査する試験に用いた三つの円錐ころ軸受装置を示す図である。

[図6]上記第3実施形態の円錐ころ軸受装置の作用効果を調査する試験に用いた三つの円錐ころ軸受装置を示す図である。

[図7]図5に示す三つの円錐ころ軸受装置のトルク試験の結果をグラフに示した図である。

[図8]図6に示す三つの円錐ころ軸受装置のトルク試験の結果をグラフに示した図である。

[図9]従来のオイル潤滑式転がり軸受を示す図である。

[図10]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第5実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

[図11]ディファレンシャルの構造を示す図である。

[図12]トルクの低減効果およびオイルの流量の低減効果の調査に使用した円錐ころ軸受装置を示す図である。

[図13]4つの円錐ころ軸受装置と円錐ころ軸受のトルクと回転数との関係を示す図である。

[図14]4つの円錐ころ軸受装置と円錐ころ軸受のオイルの流量と回転数との関係を示す図である。

[図15]本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第7実施形態の玉軸受装置の軸方向の断面図である。

[図16]ギヤオイルを50度に設定したときの、上記第7実施形態の玉軸受装置および従来の玉軸受における、回転速度と摩擦トルクとの関係を示す図である。

[図17]円錐ころ軸受装置の作用効果を調査する試験に用いた試験機を示す図であ

る。

符号の説明

- [0049] 1,101,120,151 内輪
2,102,121,152 外輪
2a 外輪の大幅部
3,103,123 円錐ころ
4 環状空間
5,104,157 保持器
6 遮蔽板
7 遮蔽板
8 ケース
9,10 突出部
107 保持器における円錐ころの小径側の部分
108 保持器における円錐ころの大径側の部分
109 内輪の大径側の鏝部の端面
110 円錐ころの大径側の端面
115 円錐軌道面
116 オイル流入側の開口
122,155 遮蔽板
153 玉
158 保持器における玉よりもオイルの流出側の部分
159 円錐面
 θ 接触角

発明を実施するための最良の形態

[0050] 以下、本発明の最良の実施の形態について説明する。

[0051] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態の潤滑式転がり軸受装置である円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

- [0052] この円錐ころ軸受装置は、例えば、自動車のデифференシャルギヤ装置、トランスアクスル装置のようなピニオン軸支持装置のピニオン軸支持用に使用されている。
- [0053] この円錐ころ軸受装置は、内輪1と、外輪2と、内輪1と外輪2との間の環状空間4に周方向の一定間隔毎に配置される円錐ころ3と、円錐ころ3を保持する保持器5と、オイル流入抑制部材の一例としての遮蔽板6とで構成される。
- [0054] 上記内輪1は、円錐軌道面を有する回転輪であり、外輪2は、円錐軌道面を有する固定輪である。上記内輪1は、その円錐軌道面の小径側の端部に、円錐ころ3の小径端面に接する鏝部1aを有すると共に、その円錐軌道面の大径側の端部に、円錐ころ3の大径端面に接する鏝部を有している。この円錐ころ軸受装置は、内輪1の鏝部1a側の開口部よりオイルが流入する条件で使用されている。
- [0055] 上記遮蔽板6はオイルの流入を制限する目的で配置されている。上記遮蔽板6は、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの端面に当接するように、回転軸に直接的（または、部材を介して間接的）に固定されている。上記遮蔽板6は、上記回転軸とともに回転できるようになっている。上記遮蔽板6は、内輪1の鏝部1aよりも径方向の外方に突出する突出部9を有している。上記突出部9は、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の内径以下になっている。尚、第1実施形態の円錐ころ軸受装置においては、上記遮蔽板6は、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの端面に当接するように配置されている。しかしながら、この発明では、遮断板6と、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの端面との間には、内輪1の軸方向に空隙が存在していても良く、遮断板6は、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの端面に当接していなくても良い。また、遮断板6と、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの端面との間に、部材が配置されていても良い。
- [0056] いいかえれば、上記突出部9の外径Dは、内輪1の小径側の鏝部1aの外径A以上の寸法になっている。また、上記突出部9は、保持器5に対して内輪1の軸方向外側に間隔（隙間）dをおいた箇所に配置されている。
- [0057] 尚、上記第1実施形態と異なるように寸法を設計した場合、すなわち、遮蔽板6の外径Dを、内輪1の小径側の鏝部1aの外径Aより小「 $D < A$ 」に設計した場合には、潤滑オイルの流入を抑制することができず、回転トルク低減の効果が小さくなる。

- [0058] また、遮蔽板6の外径寸法の如何を問わず、隙間dが「 $d > 3\text{mm}$ 」であると、潤滑オイル流入の抑制効果が小さく、回転トルク低減の効果が小さくなる。
- [0059] 第1実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、遮蔽板6の突出部9の外径Dを、内輪1の小端側の鏝部1aの外径A以上にすると共に、外輪2の大端部2aの内周端部の内径C以下（外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の内径C以下）にし、かつ、突出部9を、保持器5の端部から内輪1の軸方向外側に一定の隙間dをおいて配置しているので、潤滑オイルの浸入を制限できて、攪拌抵抗を格段に低減できる。突出部を保持器の端部より軸方向の外側に配置した場合は、特に効果が顕著である。
- [0060] 上記第1実施形態と異なるように寸法を設計した場合、すなわち、遮蔽板6の外径Dが、内輪1の小端側の鏝部1aの外径Aより小「 $D < A$ 」さくなると、潤滑オイル流入の抑制効果が小さくなり、回転トルク低減の効果も小さくなる。また、外径Dが、外輪2の大端部2aの内周端部の内径Cより大「 $D > C$ 」きくなると、潤滑オイルが円錐ころ軸受装置内部に殆ど流入しなくなるため、軌道輪（内輪1および外輪2）と円錐ころ3の接触面の潤滑不足となり、接触面が破損したり焼き付いたりする。
- [0061] また、遮蔽板6の外径Dの寸法の如何を問わず、隙間dが「 $d > 3\text{mm}$ 」であると、潤滑オイルの流入を抑制作用が小さくなり、回転トルク低減の効果も小さくなる。
- [0062] 尚、上記第1実施形態の円錐ころ軸受装置では、突出部9を、遮蔽板6における軸方向の外方に形成したが、この発明では、突出部を、遮蔽板における軸方向の外方以外の箇所に形成しても良い。また、上記第1実施形態の円錐ころ軸受では、突出部は、略径方向内方にまっすぐ延びていたが、この発明では、突出部は、略径方向内方に斜めに延びていても良い。
- [0063] （第2実施形態）
- 図2は、本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第2実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。
- [0064] 上記第1実施形態の円錐ころ軸受装置では、内輪1の小端側（鏝部1a側）に、内輪1と別体の遮蔽板6を配置したが、第2実施形態の円錐ころ軸受装置は、図2に示すように、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aと遮蔽板6とを一体に形成した点のみが、第1実施形態の円錐ころ軸受装置と異なる。第2実施形態の円錐ころ軸受装

置は、第1実施形態の円錐ころ軸受装置と共通の変形例は、説明を省略する。

- [0065] 第2実施形態の円錐ころ軸受装置は、第1実施形態と同様に、突出部9は、内輪1の鏝部1aよりも径方向の外方に突出している。また、突出部9は、保持器5の端部から内輪1の軸方向に外側に隙間dをおいた箇所に配置されている。
- [0066] 第2実施形態の円錐ころ軸受装置のように、内輪1と遮蔽板6とを一体に形成すると、攪拌抵抗による回転トルクを低減することができる上、加工工数や組立工数を低減することも可能となる。
- [0067] (第3実施形態)
- 図3は、本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第3実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。
- [0068] 第3実施形態の円錐ころ軸受装置の基本的構成は、第1実施形態の円錐ころ軸受装置の基本的構成と同一である。第3実施形態の円錐ころ軸受装置では、外輪2を固定しているケース8に、オイル流入抑制部材の一例としての遮蔽板7を固定している。
- [0069] 詳しくは、上記遮蔽板7は、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の端面に当接するように、ケース8に固定されている。上記遮蔽板7は、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部よりも径方向の内方に突出する突出部10を有している。いいかえれば、上記突出部10の内径Fは、外輪2の大端部2aの内周端部の内径C以下に設定されている。また、上記突出部10は、保持器5に対して外輪1の軸方向に間隔をおいた箇所に配置されている。上記突出部10と、保持器5との上記軸方向の隙間dは、3mm以下に設定されている。尚、第3実施形態の円錐ころ軸受装置では、上記遮蔽板7は、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の端面に当接するように、ケース8に固定されている。しかしながら、この発明では、遮蔽板7と、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の端面との間には、外輪2の軸方向に空隙が存在していても良く、遮蔽板7は、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の端面に当接していなくても良い。また、遮蔽板7と、外輪2の円錐軌道面の小径側の端部の端面との間に部材が配置されていても良い。
- [0070] 尚、第3実施形態と異なるように寸法を設計した場合、すなわち、遮蔽板7の内径F

が、外輪2の大幅部2aの内径端部の内径Cより大「 $F > C$ 」きくなるように寸法を設計した場合には、潤滑オイルの流入を抑制する効果が小さくなり、回転トルク低減の効果も小さくなる。また、遮蔽板7の内径寸法の如何を問わず、隙間dが「 $d > 3\text{mm}$ 」であると、潤滑オイルの流入を抑制する効果が不十分で、回転トルク低減の効果が小さくなる。回転トルク低減と、潤滑性確保の両立のためには、 $A \leq F \leq B$ が好ましい。

[0071] (第4実施形態)

図4は、本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第4実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

[0072] 上記第3実施形態の円錐ころ軸受装置では、外輪2を固定しているケース8に、外輪2と別体の遮蔽板7を固定した。しかしながら、図4に示すように、外輪2の大端部2aと遮蔽板7とを一体に形成すると共に、突出部10を、保持器5に対して外輪1の軸方向に、3mm以下の間隔dをおいた箇所に配置しても良い。

[0073] 第4実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、第2実施形態の円錐ころ軸受装置と同様、攪拌抵抗による回転トルクを低減することができる上、加工工数や組立工数を低減することも可能となる。

[0074] これらは、自動車のデифференシャルギヤ装置、トランスアクスル装置のようなピニオン軸支持装置のピニオン軸支持用に使用された場合のように、比較的高粘度のオイルが多量に軸受内に流入して、攪拌抵抗が大きくなるような場合に、いっそう顕著なトルク低減効果を発揮する。

[0075] 図5は、上記第1実施形態の円錐ころ軸受装置の作用効果を調査する試験に用いた三つの円錐ころ軸受装置を示す図である。

[0076] 詳しくは、図5(A)に示す円錐ころ軸受装置は、従来の円錐ころ軸受である。また、図5(B)に示す円錐ころ軸受は、開発品Aの円錐ころ軸受装置であり、図5(C)に示す円錐ころ軸受は、開発品Bの円錐ころ軸受装置である。

[0077] 試験対象品の寸法比率は、次のように設定されている。

[0078] すなわち、図5(A)に示すように、従来の円錐ころ軸受の潤滑オイルの流入側の内輪11の鍔部11a、すなわち、内輪11の円錐軌道面の小径側の鍔部11aの外径を ϕA に設定し、保持器15の内径を ϕB に設定し、外輪12の大端部12aの内周面端部

の内径を ϕC に設定した。

[0079] また、開発品Aの円錐ころ軸受装置においては、遮蔽板6の突出部9の外径寸法 ϕD を、 $\phi D = \phi B$ に設定する共に、突出部6と保持器5との、内輪1の軸方向の間隔 d を、 $d = 0.1\text{mm}$ に設定した。

[0080] また、開発品Bの円錐ころ軸受装置においては、遮蔽板6の突出部9の外径寸法 ϕE を、 $\phi E = \phi C$ に設定すると共に、突出部6と保持器5との、内輪1の軸方向の間隔 d を、 $d = 0.1\text{mm}$ に設定した。

[0081] また、図17は、試験機を示す図である。この試験機は、縦型トルク測定装置である。図17に示すように、この縦型トルク測定装置は、試験円錐ころ軸受装置(図17には、試験軸受と記載)の内輪を回転させるようになっている。また、この縦型トルク測定装置は、外輪大端面を上向固定するようになっている。また、試験条件として、以下の条件を採用している。

アキシアル荷重・・・4kN(キロニュートン)

潤滑剤・・・ギヤオイル85W-90

回転数・・・2000r/min

潤滑オイル供給温度・・・50℃

供給油量・・・油面高さが軸受の上面から40mmとなるように供給

[0082] そして、上記構造を詳細に示した三つの円錐ころ軸受装置の夫々を、上記の条件で可動させて、上記三つの円錐ころ軸受装置の夫々においてトルクを測定した。

[0083] 図7は、この試験結果をグラフにした図である。

[0084] 図7に示すように、遮蔽板6の突出部9の外径 D を、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの外径 A 以上に設定すると共に、外輪2の円錐軌道面の小径側の大端部2aの内周端部の内径 C 以下に設定し、かつ、突出部9と保持器5との上記軸方向の隙間を3mm以下に設定すると、回転トルクを、従来の円錐ころ軸受の回転トルクの60%～64%まで大幅に低減できる。いいかえれば、回転トルクを36%～40%低減することができる。

[0085] 図6は、上記第3実施形態の円錐ころ軸受装置の作用効果を調査する試験に用いた三つの円錐ころ軸受装置を示す図である。

- [0086] 詳しくは、図6(A)に示す円錐ころ軸受装置は、従来の円錐ころ軸受である。また、図6(B)に示す円錐ころ軸受装置は、開発品Cの円錐ころ軸受装置であり、図6(C)に示す円錐ころ軸受装置は、開発品Dの円錐ころ軸受装置である。
- [0087] 試験対象品の寸法比率は、次のように設定されている。
- [0088] すなわち、図6(A)に示すように、従来の円錐ころ軸受の潤滑オイルの流入側の内輪11の鏝部11a、すなわち、内輪11の円錐軌道面の小径側の鏝部11aの外径を ϕA に設定し、保持器15の内径を ϕB に設定し、外輪12の大端部12aの内周面端部の内径を ϕC に設定した。
- [0089] また、開発品Cの円錐ころ軸受装置においては、遮蔽板7の突出部10の内径寸法 ϕF を、 $\phi F = (\phi B + \phi C)/2$ に設定すると共に、突出部10と保持器5との、外輪2の軸方向の間隔 d を、 $d=0.1\text{mm}$ に設定した。
- [0090] また、開発品Dの円錐ころ軸受装置においては、遮蔽板7の突出部10の内径寸法 ϕG を、 $\phi G = \phi A$ に設定すると共に、突出部10と保持器5との、外輪2の軸方向の間隔 d を、 $d=0.1\text{mm}$ に設定した。
- [0091] また、試験器としては、図17に示す縦型トルク測定装置を用いた。そして、内輪を回転させると共に、外輪大端面を上向固定する条件で、試験を行った。また、試験条件として以下の条件を採用した。
- アキシアル荷重・・・4kN(キロニュートン)
潤滑剤・・・ギヤオイル85W-90
回転数・・・2000r/min
潤滑オイル供給温度・・・50℃
供給油量・・・油面高さが軸受の上面から40mmとなるように供給
- [0092] そして、上記構造を詳細に示した三つの円錐ころ軸受装置の夫々を、上記の条件で可動させて、上記三つの円錐ころ軸受装置の夫々においてトルクを測定した。
- [0093] 図8は、この試験結果をグラフに示した図である。
- [0094] 図8に示すように、遮蔽板7の突出部10の内径 F を、外輪2の大端部2aの内周面端部の内径 C 以下に設定すると共に、内輪1の円錐軌道面の小径側の鏝部1aの外径 A 以上に設定し、かつ、突出部10と保持器5との軸方向の隙間を3mm以下に設定

すると、回転トルクを、従来の円錐ころ軸受の回転トルクの79%～82%まで大幅に低減できる。いいかえれば、回転トルクを18%～21%低減することができる。

[0095] (第5実施形態)

図10は、本発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第5実施形態の円錐ころ軸受装置の軸方向の断面図である。

[0096] この円錐ころ軸受装置は、内輪101と、外輪102と、円錐ころ103とを備える。

[0097] 上記円錐ころ103は、内輪101の外周側の円錐軌道面と外輪102の内周側の円錐軌道面115との間に、保持器104によって保持された状態で、周方向に略一定の間隔を隔てて複数配置されている。上記円錐ころ103の大径側は、オイルの流出側に向けられている。

[0098] 詳細には、上記円錐ころ103の個数は、その個数を z 、円錐ころ103の平均径(円錐ころの大径側と小径側の中間の径)を DW 、円錐ころのピッチ径を dm としたとき、 $z \leq 0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ を満たすような数に設定されている。

[0099] 実験によると、円錐ころの数を $0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ よりも大きな数にすると、トルクが急激に増大する一方、第5実施形態のように、円錐ころ103の数を $0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ 以下に抑えると、トルクが小さくなることが確認されている。

[0100] $z \leq 0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$ を満たすような数に限定された z 個の円錐ころ103を、その円錐ころ103の大径側をオイルの流出側に向けて、内輪101と外輪102との間に配置し、内輪101と外輪102との間における円錐ころ103が占めるスペースを小さくしてオイルの流路を広くしたこの配置構造は、オイル流出促進構造の一部分になっている。

[0101] また、上記外輪102の円錐軌道面115の法線が軸中心111となす角の余角で定義される外輪102の円錐軌道面115と円錐ころ103との接触角 θ は、 25° に設定されている。

[0102] 円錐ころ103との接触角が 25° で、オイルの流出方向で末広がりになる度合いが大きく、オイルを外部に排出するポンプ機能が大きい外輪102の円錐軌道面115は、オイル流出促進構造の一部分となっている。

[0103] また、上記保持器104における円錐ころ103の小径側の部分107は、外輪102の

円錐軌道面115のごく近傍から内輪101の端部の外周面の近傍まで、オイル流入側の開口116を塞ぐ方向である径方向に延在している。また、上記保持器104における円錐ころ103の大径側の部分108は、円錐ころ103の大径側の端面110のごく近傍から略オイルの流れの方向に沿った方向である円錐ころ103の軸方向に略延在している。

[0104] 図示しないが、上記小径側の部分107の軸方向の端面119は、上記開口116の形状と略同等の中空の円板形状になっており、軸受に流入するほとんどのオイルは、上記小径側の部分107と外輪102の円錐軌道面115の間のわずかな隙間のみを通して、軸受内部に浸入するようになっている。

[0105] 上記開口116を塞ぐように延在する部材である小径側の部分107は、オイル流入抑制部材になっている。

[0106] また、上記保持器104における円錐ころ103の大径側の部分108は、オイルの流れに略平行な形状に形づくられており、オイルの流れを整流できるようになっている。上記大径側の部分108は、オイル流出促進構造の一部となっている。

[0107] また、内輪101の円錐軌道面の径側の鍔部における円錐ころ103側の端面109は、硬質皮膜の一例としてのダイヤモンドライクカーボン(DLC)でコーティングされている。このことから、上記端面109と円錐ころ103の夫々の摺動面間のオイルが少なくなっても、確実に焼き付きを防止できるようになっている。

[0108] 図10において、矢印A,B,C,DおよびEは、オイルの流れの方向を示している。オイルが軸受の高速運転中に矢印Aの方向から軸受内部に浸入すると、そのオイルは、遠心力によって円錐軌道面115付近に飛ばされ、この円錐軌道面115に略沿って矢印C方向に移動して、軸受のオイル流出側の開口から流出する。また、オイルが軸受の低速運転中に矢印Aの方向から軸受内部に浸入すると、上記のように矢印C方向に移動して外部に流出する経路以外に、径方向の内部に矢印B方向に移動してから、円錐ころ3の軸方向と略平行な矢印D方向を経由して外部に流出する経路や、ある程度円錐面15に沿って移動した後、径方向の内部に矢印E方向に移動してから外部に流出する経路等の経路を介して外部に流出する。

[0109] 上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、円錐ころ103の個数 z を、 $0.85/$

($DW/(\pi \cdot dm)$)以下に抑えて、周方向に隣接する円錐ころ103の間のスペースを大きくして、オイルの流路を大きくしたので、オイルの流出を促進できる。したがって、軸受内部のオイルの量を低減できて、オイルの量に依存するオイルの攪拌抵抗を小さくできる。

[0110] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、外輪102の円錐軌道面115と円錐ころ103との接触角を 25° に設定して、外輪102が、オイルの流出方向で、末広がりになる度合いを大きくしたので、軸受の運転中に遠心力により外輪102の円錐軌道面115に飛ばされたオイルが、円錐軌道面115に沿って矢印C方向に移動するときの速度を大きくできて、オイルを効率よく流出させることができる。したがって、オイルの攪拌抵抗が更に小さくできて、軸受自体のトルクの低減の度合いを更に大きくすることができる。

[0111] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、上記保持器104における円錐ころ103の大径側の部分108が、オイルの流れを邪魔しないようなオイルの流れに略平行な形状をしているので、この大径側の部分108でオイルの流れを整流できる。したがって、オイルを効率よく流出させることができる。

[0112] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、オイル流入抑制部材である保持器104の小径側の部分107によって、軸受内部に浸入するオイルの量を抑制できるので、オイルの攪拌抵抗を更に低減できる。

[0113] このように、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、オイル流入抑制部材である保持器104の小径側の部分107によって、軸受内部に浸入するオイルの量を抑制できると共に、上記3つ部分から成るオイル流出促進構造によって、軸受内部に浸入したオイルを速やかに軸受の外部に流出させることができる。したがって、軸受内部にオイルが留まることがなくて、オイルの攪拌抵抗を小さくすることができる。したがって、軸受自体のトルクを小さくすることができて、この円錐ころ軸受装置を備えた機械の運転コストを低減できる。

[0114] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置によれば、内輪101の大径側の鍔部の端面109は、摩擦、摩耗を抑制できるダイヤモンドカーボンで被覆されているので、円錐ころ103の大径側の端面110と、内輪101の大径側の鍔部の端面109と

の摩擦を低減してトルクを更に低減できる。また、オイル流入抑部材を設けたことによって、発生する可能性が高くなった内輪101の大径側の鏝部の端面109と円錐ころ103の大径側の端面110の焼き付きを、確実に防止できる。

[0115] 尚、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置では、外輪102の円錐軌道面115のごく近傍から内輪102の端部の外周面まで、オイル流入側の開口116を塞ぐ方向である径方向に延在している上記小径側の部分107を、オイル流入抑制部材として、この小径側の部分107でオイルの流入を抑制した。

[0116] しかしながら、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置では、例えば、内輪の円錐軌道面の小径側の端部の端面に、中空の円板形状等のスチール製の遮蔽板の内径側の端部を取り付けることにより、軸受のオイル流入側の内輪と外輪との間の開口を、わずかな隙間のみを除いて遮蔽し、オイルの流入を抑制しても良い。

[0117] または、内輪の円錐軌道面の小径側の端部の外周面に、中空の円板形状等の本体部とこの本体部から略90° 折り曲げられた取付部とを有するスチール製の遮蔽板を取り付けて、オイルの流入を抑制しても良い。詳しくは、内輪の円錐軌道面の小径側の端部の外周面に、上記遮蔽板の取付部を固定することにより、軸受のオイル流入側の内輪と外輪との間の開口を、わずかな隙間のみを除いて遮蔽し、オイルの流入を抑制しても良い。

[0118] 尚、遮蔽板は、わずかな隙間を除いてオイルの流入側の開口を遮蔽できるものであれば、どこに取り付けられても良く、遮蔽板の形状は、中空の円板形状に限らず、どのような形状であっても良い。また、転がり軸受に含まれる部材(すなわち、内輪、外輪、転動体、保持器)の一部分で、オイル流入抑制部材とオイル流出促進構造の少なくとも一方を、構成しても良いし、転がり軸受外の部材(例えば、遮蔽板等)で、オイル流入抑制部材とオイル流出促進構造の少なくとも一方を、構成しても良い。

[0119] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置では、外輪102の円錐軌道面115を、円錐ころ103と25° の接触角で接触するように形成したが、実験によると、外輪の円錐軌道面を、円錐ころと25° 以上の接触角で接触するように設定するとトルクを急激に低減できることが確認されている。このことから、外輪の円錐軌道面を、円錐ころと25° より大きな角度の接触角で接触するように形成しても良い。

- [0120] また、上記第5実施形態の円錐ころ軸受装置では、内輪101の円錐軌道面の大径側の鏝部における円錐ころ103側の端面109を、硬質皮膜の一例としてのダイヤモンドライクカーボン(DLC)でコーティングした。
- [0121] しかしながら、内輪の円錐軌道面の大径側の鏝部における円錐ころ側の端面を、ダイヤモンドライクカーボンでコーティングする替わりに、この円錐ころ側の端面に接触する円錐ころの大径側の端面を、ダイヤモンドライクカーボンでコーティングしても良い。
- [0122] また、内輪の円錐軌道面の大径側の鏝部における円錐ころ側の端面と、この円錐ころ側の端面に接触する円錐ころの大径側の端面の両方を、ダイヤモンドライクカーボンでコーティングしても良い。
- [0123] また、内輪の円錐軌道面の大径側の鏝部における円錐ころ側の端面と、この円錐ころ側の端面に接触する円錐ころの大径側の端面の少なくとも一方を、硬質皮膜の他の例であるTiC等の炭化物硬質皮膜、CrNやTiNやTiAlN等の窒化物硬質皮膜、TiCN等の炭窒化物硬質皮膜、 Al_2O_3 等の酸化物硬質皮膜、または、WC/C(タングステンカーバイドカーボン)等の硬質皮膜でコーティングして、内輪の大径側の鏝部の端面および円錐ころの大径側の端面の焼き付きを抑制しても良い。尚、上記硬質皮膜は、内輪の円錐軌道面の大径側の鏝部における円錐ころ側の端面における摺動部分と、円錐ころの大径側の端面における摺動部分のうちの少なくとも一方に被覆されれば良い。
- [0124] 本発明者は、ディファレンシャルのピニオン軸支持用の円錐ころ軸受装置において、オイルの入口および出口をシールドしたときの、トルクの低減効果、および、オイルの流量の低減効果を調査した。
- [0125] 図11は、上記調査に用いたディファレンシャルの構造を示す図である。
- [0126] 尚、図11において、182はドライブシャフトを示し、183はテール側円錐ころ軸受装置(以下では、テール側と記載)を示し、184はヘッド側円錐ころ軸受装置(以下ではヘッド側と記載)を示し、185は差動歯車を示している。
- [0127] 図12は、上記調査に用いた円錐ころ軸受装置を示す図である。
- [0128] 詳細には、図12(a)は、内輪と保持器とのオイルの入り口をスチール製の遮蔽板で

部分的に塞いだ本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置(本発明の第1実施形態の円錐ころ軸受装置に相当)を示す図である。

[0129] また、図12(b)は、本発明の第6実施形態の円錐ころ軸受装置(以下に、実施例2という)を示す図である。詳しくは、保持器のオイルの流入側の端面に、径方向の外方に延びるスチール製の遮蔽板を設けて、オイルの流入側において、保持器の端部と外輪との間を略完全に塞いでいる円錐ころ軸受装置を示す図である。

[0130] また、図12(c)は、オイルの流出側において、外輪と保持器の端部との間をスチール製の遮蔽板で略完全に塞いだ比較例1の円錐ころ軸受装置を示す図である。

[0131] また、図12(d)は、オイルの流出側において、内輪と保持器の端部との間をスチール製の遮蔽板で塞いだ比較例2の円錐ころ軸受装置を示す図である。

[0132] 尚、図12(a)において、120は内輪、121は外輪、122は遮蔽板、123は円錐ころ、G,H,IおよびJはオイルの流れの方向を夫々示している。

[0133] また、図13(a)は、上記4つの円錐ころ軸受装置と遮蔽板を設けない従来品の円錐ころ軸受の夫々のヘッド側(ヘッド側軸受)におけるトルクと回転数との関係を示す図であり、図13(b)は、上記4つの円錐ころ軸受装置と遮蔽板を設けない従来品の円錐ころ軸受の夫々のテール側(テール側軸受)におけるトルクと回転数との関係を示す図である。

[0134] また、図14(a)は、上記4つの円錐ころ軸受装置と遮蔽板を設けない従来品の円錐ころ軸受の夫々のヘッド側におけるオイルの流量と回転数との関係を示す図であり、図14(b)は、上記4つの円錐ころ軸受装置と遮蔽板を設けない従来品の円錐ころ軸受の夫々のテール側におけるオイルの流量と回転数との関係を示す図である。

[0135] 尚、図13および図14において、■で示す点は、図12(a)の本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置の測定値であり、▲で示す点は、図12(b)の本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置の測定値であり、×で示す点は、図12(c)の比較例1の円錐ころ軸受装置の測定値であり、*で示す点は、図12(d)の比較例2の円錐ころ軸受装置の測定値であり、◆で示す点は、従来品の円錐ころ軸受の測定値である。

[0136] 図13(a)および図13(b)に示すように、軸受のヘッド側とテール側の両方において、×で測定値を示す比較例1の円錐ころ軸受装置は、そのトルクの値が、回転数に

略比例して、著しく増大している。

[0137] また、▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置と、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受と、*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置も、回転数が増大すると、トルク値が増大するが、×で測定値を示す比較例1の円錐ころ軸受装置のトルク値よりも、トルク値が小さくなっている。詳細には、▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置は、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受装置よりもトルク値が小さくなっている。また、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受装置は、*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置よりもトルク値が小さくなっている。図13(a)および図13(b)に示すように、オイルの流出側の開口を塞いだ上記2つの比較例の円錐ころ軸受装置は、オイルの攪拌抵抗が大きくて、トルクが大きくなっている。

[0138] 一方、本発明の■で測定値を示す本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置は、トルクの値が最も小さく、かつ、トルクの低減が最も求められる高速回転数の領域で、トルクの値が低値で略一定になっている。

[0139] また、図14(a)および図14(b)に示すように、軸受のヘッド側とテール側の両方において、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受と▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置は、オイルの流量の変動が略同じ傾向を示し、オイルの流量が最も大きくなっており、回転数の増大と共にオイルの流量も増大している。

[0140] また、×で測定値を示す比較例1の円錐ころ軸受装置と*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置は、オイルの流量の変動が略同じ傾向を示し、回転数の増大と共にオイルの流量も増大しているが、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受と▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置よりもオイルの流量が少なくなっている。

[0141] 一方、■で測定値を示す本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置は、回転数が低い領域から高い領域に移るにしたがって、オイルの流量が減少しており、かつ、高回転の領域で、オイルの流量が低値で一定になっている。このことから、■で測定値を示す本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置は、高速回転領域において、オイルの攪拌抵抗を最も小さくできる。

- [0142] 以上より、トルクの値が最も大きい×で測定値を示す比較例1の円錐ころ軸受装置は、高速回転数の領域での運転コストが高くつき、高速運転に適さない。
- [0143] また、▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置は、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受よりもトルク値が小さく、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受は、*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置よりもトルク値が小さい。
- [0144] このことから、▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受、*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置は、最良ではないものの、▲で測定値を示す本発明の実施例2の円錐ころ軸受装置、◆で測定値を示す従来品の円錐ころ軸受装置、*で測定値を示す比較例2の円錐ころ軸受装置の順で、高速運転に適する。
- [0145] 一方、■で測定値を示す本発明の実施例1の円錐ころ軸受装置は、回転数が如何に高い領域であっても、トルクの値が増大することがないので、高速領域におけるトルクの値を大幅に低減できて、高速運転における運転コストを大幅に低減できて、高速運転に最適である。このことから、以下の条件(1)～(5)を備える円錐ころ軸受装置(第1実施形態の円錐ころ軸受装置)のトルク低減効果が顕著であることがわかる。(1)転動体が、円錐ころである。(2)内輪は円錐軌道面を有する回転輪であり、外輪は円錐軌道面を有する固定輪である。(3)内輪は円錐ころの小径端面に接する鰐部を有する。(4)内輪の鰐部よりも径方向の外方に突出する突出部を有する遮蔽板を有する。(5)円錐ころを保持する保持器を備え、上記突出部は、保持器に対して内輪の軸方向に間隔をおいた箇所配置されている。
- [0146] (第7実施形態)
- 図15は、この発明のオイル潤滑式転がり軸受装置の第7実施形態の玉軸受装置の軸方向の断面図である。
- [0147] この玉軸受装置は、内輪151と、外輪152と、玉153と、オイル流入抑制部材の一例としてのスチール製の遮蔽板155とを備える。
- [0148] 上記玉153は、内輪151の軌道面と外輪152の軌道面との間に、保持器157によって保持された状態で、周方向に一定の間隔を隔てられて略等間隔に複数配置さ

れている。

[0149] また、上記外輪152の紙面における玉153よりも右側のオイルの流出側の内面は、円錐面159になっている。この円錐面159は、オイル流出促進構造の一部分であり、径方向の外方にいくに従って末広がりになっていて、軸受の内部に浸入したオイルが軸受外部に流出するのを促進している。

[0150] また、上記外輪152の紙面の左側であるオイルの流入側の内面の端部には、環状凹部154が形成されている。この凹部154には、上記遮蔽板155の一端部が固定されている。上記遮蔽板155の上記一端部以外の部分は、略中空の円板形状をしており、内輪151の外周面の近傍付近まで、オイル流入側の開口を塞ぐ方向である径方向に延在している。上記遮蔽板155は、この遮蔽板155の径方向の内方の端部と内輪151の外周面との間のオイルの流路163を除いて、オイルの流入側の開口をシールドしている。

[0151] また、上記保持器157の玉153よりもオイルの流出側の部分158は、略オイルの流れの方向に延在している。この部分158は、オイルの流れを整流する役割を担っており、オイル流出促進構造の一部分になっている。

[0152] また、上記内輪151の軌道面と、外輪152の軌道面と、玉153の表面は、DLC硬質皮膜で被覆されており、内輪151の軌道面および外輪152の軌道面と、玉153の表面との間のオイルが非常に少ない状態でも、焼き付きが起こらないようにしている。

[0153] 図16は、ギヤオイルを50度に設定したときの、第7実施形態の玉軸受装置と、オイルの流入側に遮蔽板を設けない従来品の玉軸受の、回転速度と、摩擦トルクとの関係を示す図である。

[0154] 尚、図16において、■は、第7実施形態の玉軸受装置の測定値を示し、●は、従来品の玉軸受の測定値を示している。

[0155] 図16に示すように、従来品の玉軸受では、回転速度が、2000r/minで、摩擦トルクが略0.55N・mになっており、回転速度が、3000r/minで、摩擦トルクが略0.64 N・mになっている。このように、従来品の玉軸受では、回転数が1000r/min増大すると、もともと高い値であった摩擦トルクが、更に大幅に増大しており、高速運転に適さない。

- [0156] 一方、第7実施形態の玉軸受装置では、回転速度が、 $2000\text{r}/\text{min}$ で、摩擦トルクが略 $0.33\text{N}\cdot\text{m}$ と低い値になっており、回転速度が、 $3000\text{r}/\text{min}$ と高速になっても、摩擦トルクが略 $0.37\text{N}\cdot\text{m}$ と低く抑えられている。このように、第7実施形態の玉軸受装置では、回転数が $1000\text{r}/\text{min}$ 増大しても、摩擦トルクが小さいままで、摩擦トルクの増大が少なく、高速運転に適している。
- [0157] 上記第7実施形態の玉軸受装置によれば、上記遮蔽板155が、オイル流入側の開口を塞ぐように延在する部材であるので、最低限必要なオイル以外のオイルが開口から軸受内部に浸入することを確実に抑制できる。また、オイル流出側においてオイルの流出方向に沿って延在する保持器157の一部分158が、略オイルの流れの方向に延在する部材であるので、オイルの流れを整流できて、オイルを効率よく流出させることができる。
- [0158] また、上記第7実施形態の玉軸受装置によれば、オイルの流出側の外輪152の内面が、断面末広がりな円錐面159になっているので、玉軸受装置の運転中に遠心力により外輪152の円錐面159に飛ばされたオイルが、外輪152の内面に沿って移動するときの速度を大きくできて、オイルを効率よく流出させることができ、玉軸受装置自体のトルクの低減の度合いを大きくすることができる。
- [0159] このことから、従来品と比較して、トルクを格段に低減できて、運転コストを大幅に削減できる。
- [0160] また、上記第7実施形態の玉軸受装置によれば、内輪151および外輪152の軌道面と、玉153の表面とを、DLC硬質皮膜で被覆したので、玉153と、内輪151および外輪152の軌道面との摩擦力を低減してトルクを低減できると共に、玉153と上記2つの軌道面の焼き付きを確実に防止することができる。
- [0161] 尚、上記第7実施形態の玉軸受装置では、内輪151、外輪152の軌道面および玉153の表面を、DLC硬質皮膜で被覆したが、内輪および外輪の軌道面のみをDLC硬質皮膜で被覆しても良く、玉の表面のみを、DLC硬質皮膜で被覆しても良い。
- [0162] また、上記第7実施形態の玉軸受装置では、硬質皮膜としてDLC硬質皮膜を用いたが、DLC硬質皮膜のかわりに、TiC等の炭化物硬質皮膜、CrNやTiNやTiAlN等の窒化物硬質皮膜、TiCN等の炭窒化物硬質皮膜、 Al_2O_3 等の酸化物硬質皮膜

、または、WC／C等の硬質皮膜を用いても良いことは勿論である。

請求の範囲

- [1] 内輪と、
外輪と、
上記内輪と上記外輪との間に配置された複数の転動体と、
上記内輪と上記外輪との間にオイルが流入するのを抑制するオイル流入抑制部材と
を備えることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [2] 請求項1に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記転動体は、円錐ころであり、
上記内輪は円錐軌道面を有する回転輪で、上記外輪は円錐軌道面を有する固定輪であり、
上記内輪は上記円錐ころの小径端面に接する鏝部を有し、
上記オイル流入抑制部材は、上記鏝部よりも径方向の外方に突出する突出部を有する遮蔽板であり、
さらに、上記円錐ころを保持する保持器を備え、
上記突出部は、上記保持器に対して上記内輪の軸方向に間隔をおいた箇所に配置されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [3] 請求項2に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記突出部の外径は、上記外輪の円錐軌道面の小径側の端部の内径以下であること特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [4] 請求項2に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において
上記突出部と、上記保持器との上記軸方向の隙間は、3mm以下であることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [5] 請求項2に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記内輪と、上記遮蔽板とは、一体に形成されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [6] 請求項1に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記転動体は円錐ころであり、

上記内輪は円錐軌道面を有する回転輪で、上記外輪は円錐軌道面を有する固定輪であり、

上記オイル流入抑制部材は、上記外輪の円錐軌道面の小径側の端部よりも径方向の内方に突出する突出部を有する遮蔽板であり、

さらに、上記円錐ころを保持する保持器を備え、

上記突出部は、上記保持器に対して上記外輪の軸方向に間隔をおいた箇所に配置されており、

上記突出部と、上記保持器との上記軸方向の隙間は、3mm以下であることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

[7] 請求項6に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、

上記外輪と、上記遮蔽板とは、一体に形成されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

[8] 請求項1に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、

上記内輪と上記外輪との間に流入したオイルが流出するのを促進するオイル流出促進構造を設けることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

[9] 請求項8に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、

上記転動体は、円錐ころであり、

上記オイル流出促進構造は、 z を円錐ころの数、 DW を円錐ころの平均径、 dm を円錐ころのピッチ円径としたとき、

$$z \leq 0.85 / (DW / (\pi \cdot dm))$$

を満たすような数 z の上記円錐ころを、その円錐ころの大径側をオイル流出側に向けて、上記内輪と上記外輪との間に配置した配置構成を含むことを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

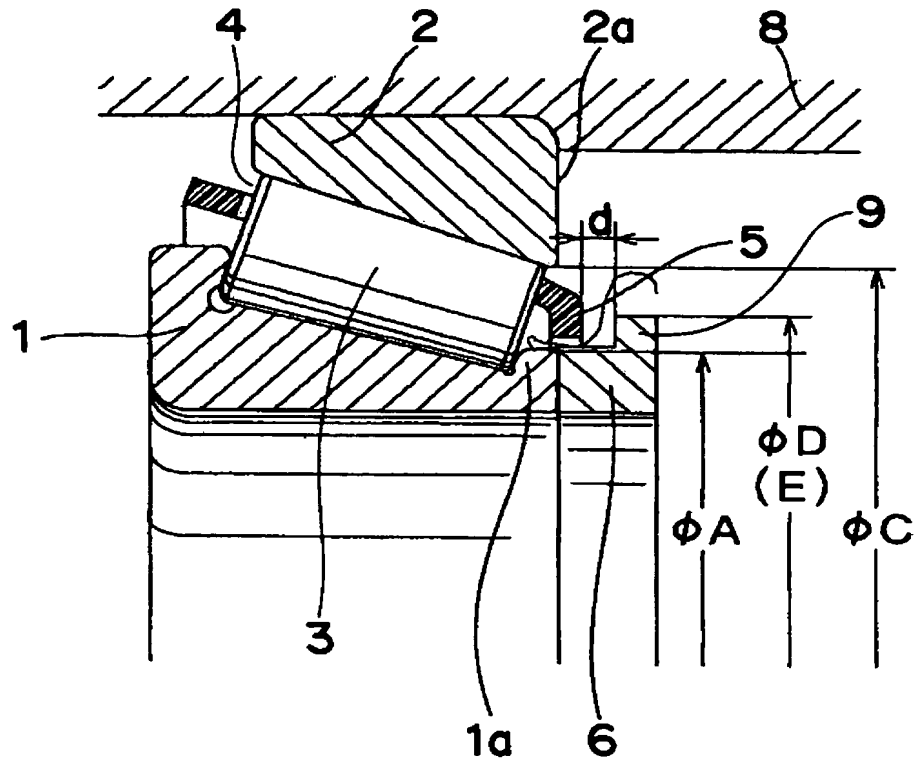
[10] 請求項8に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、

上記転動体は、円錐ころであり、

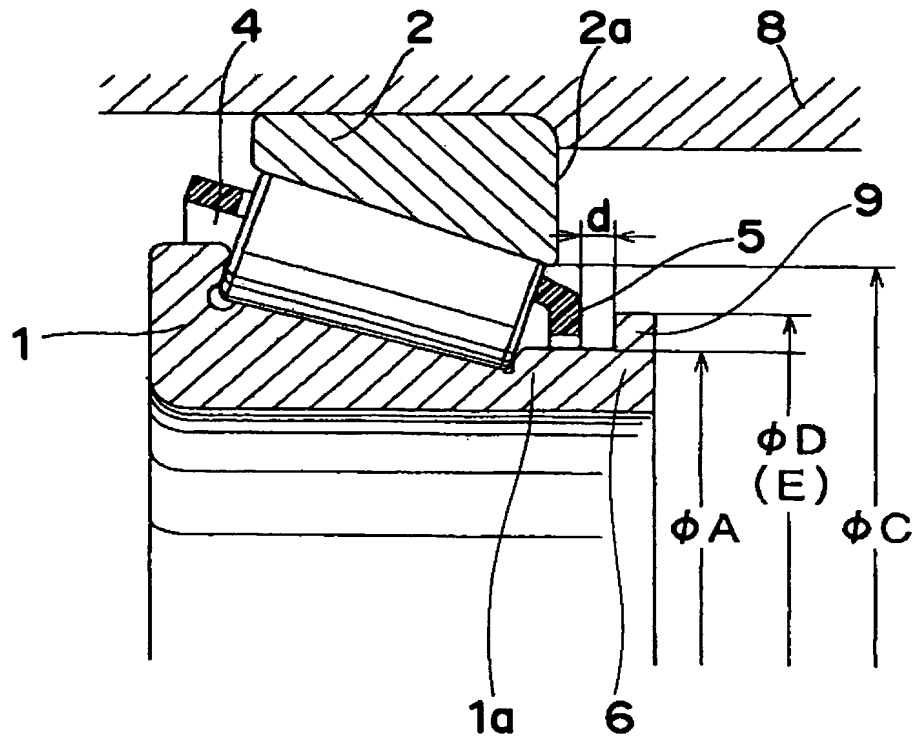
上記オイル流出促進構造は、上記円錐ころと 25° 以上の接触角で接触するように設定されている上記外輪の円錐軌道面を含むことを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

- [11] 請求項8に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記オイル流入抑制部材は、オイル流入側の上記内輪と上記外輪との間の開口を部分的に塞ぐ部材を含み、上記オイル流出促進構造は、オイル流出側においてオイルの流出方向に沿って延在する部材を含むことを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [12] 請求項9に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記円錐ころの大径側の端面と、上記内輪の円錐軌道面の大径側に設けられて上記円錐ころの大径側の端面に接する鏝部の端面とのうちの少なくとも一方は、硬質皮膜で被覆されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [13] 請求項10に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記円錐ころの大径側の端面と、上記内輪の円錐軌道面の大径側に設けられて上記円錐ころの大径側の端面に接する鏝部の端面とのうちの少なくとも一方は、硬質皮膜で被覆されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [14] 請求項8に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記転動体は、玉であり、
上記オイル流出促進構造は、上記外輪の内周面におけるオイルの流出側の断面末広がりな形状の部分を含むことを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。
- [15] 請求項14に記載のオイル潤滑式転がり軸受装置において、
上記内輪および上記外輪の軌道面と、上記玉とのうちの少なくとも一方は、硬質皮膜で被覆されていることを特徴とするオイル潤滑式転がり軸受装置。

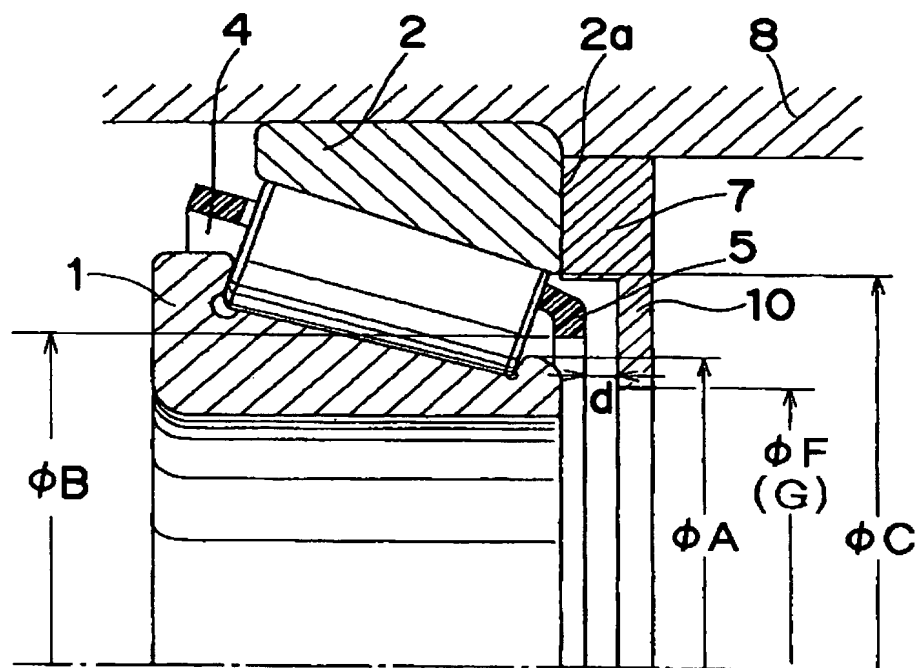
[図1]



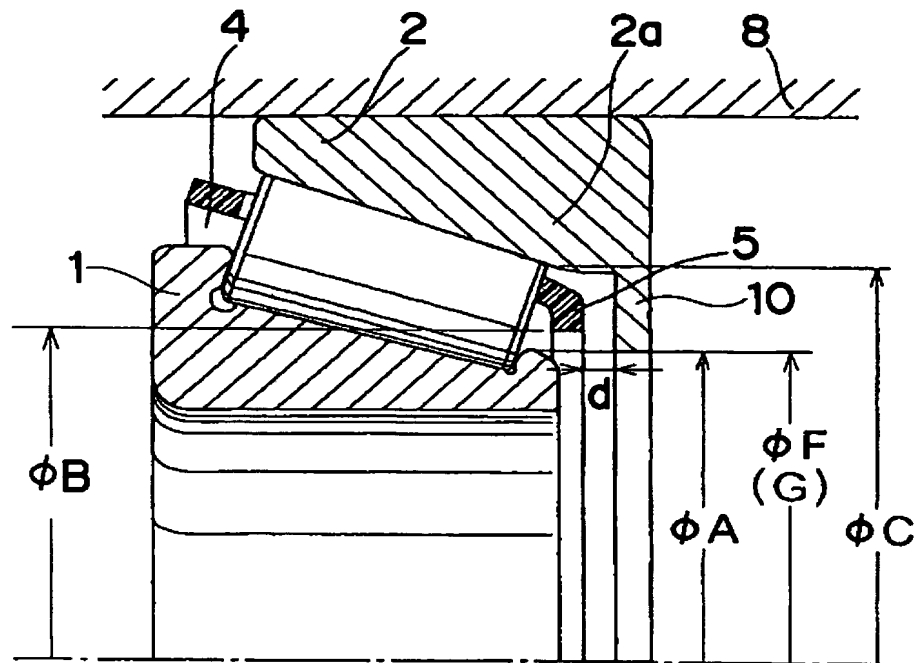
[図2]



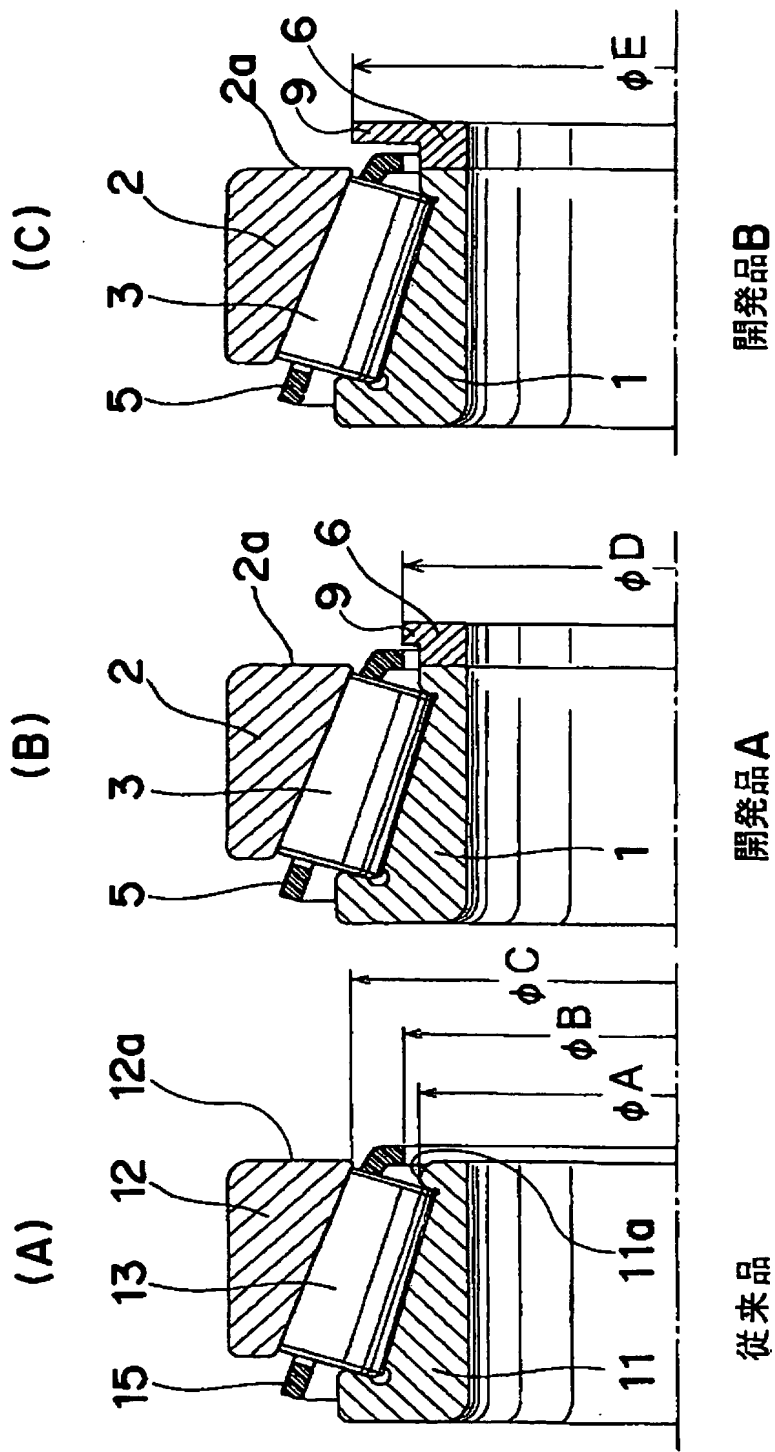
[図3]



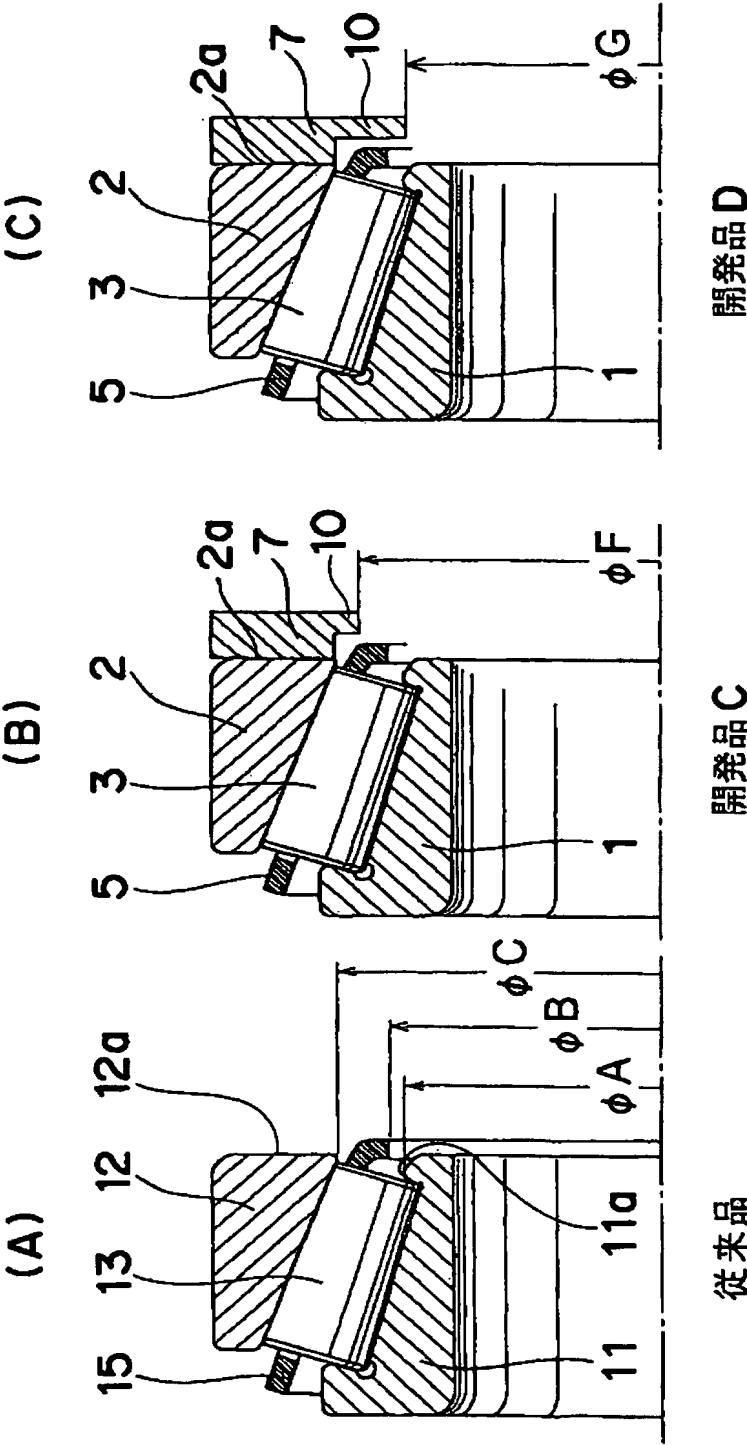
[図4]



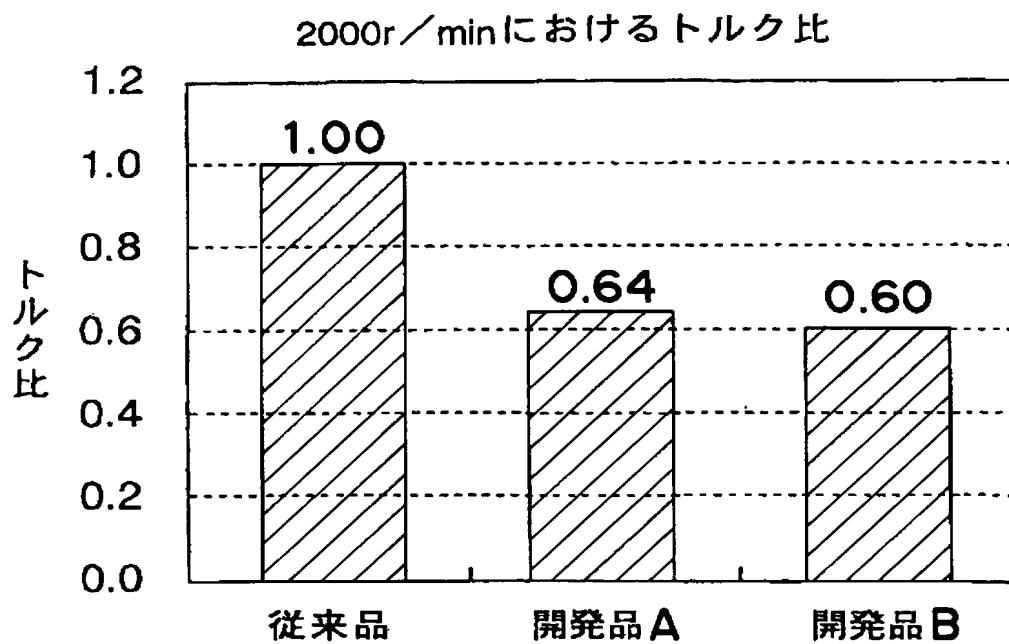
[図5]



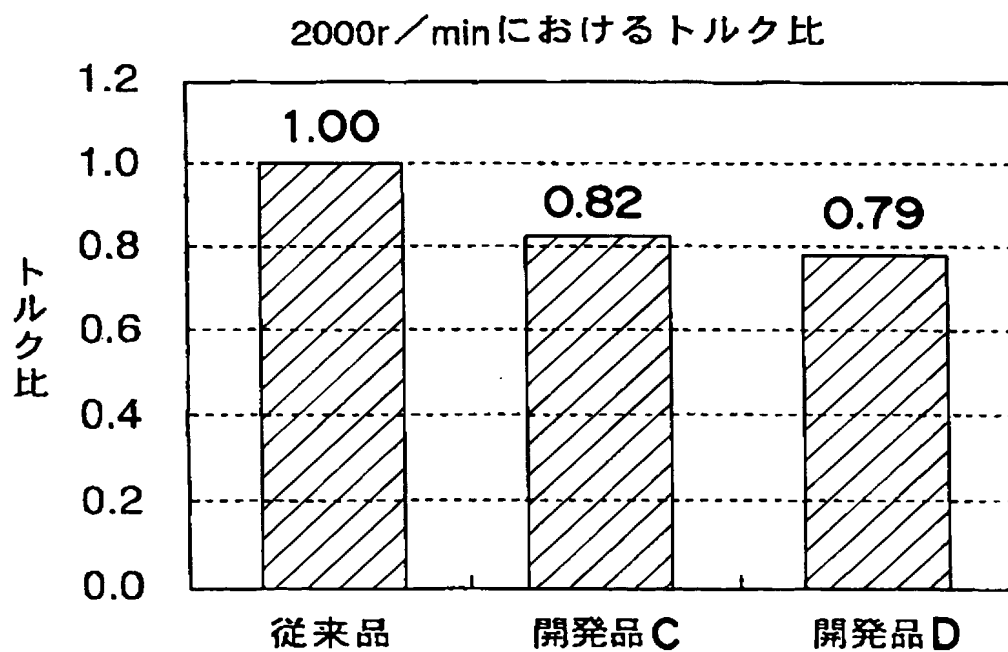
[図6]



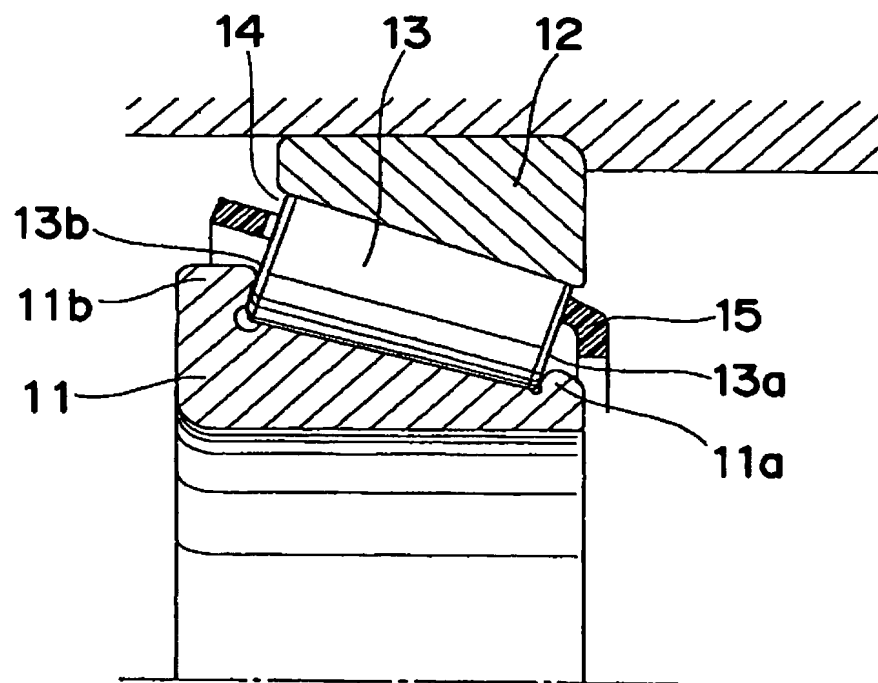
[図7]



[図8]

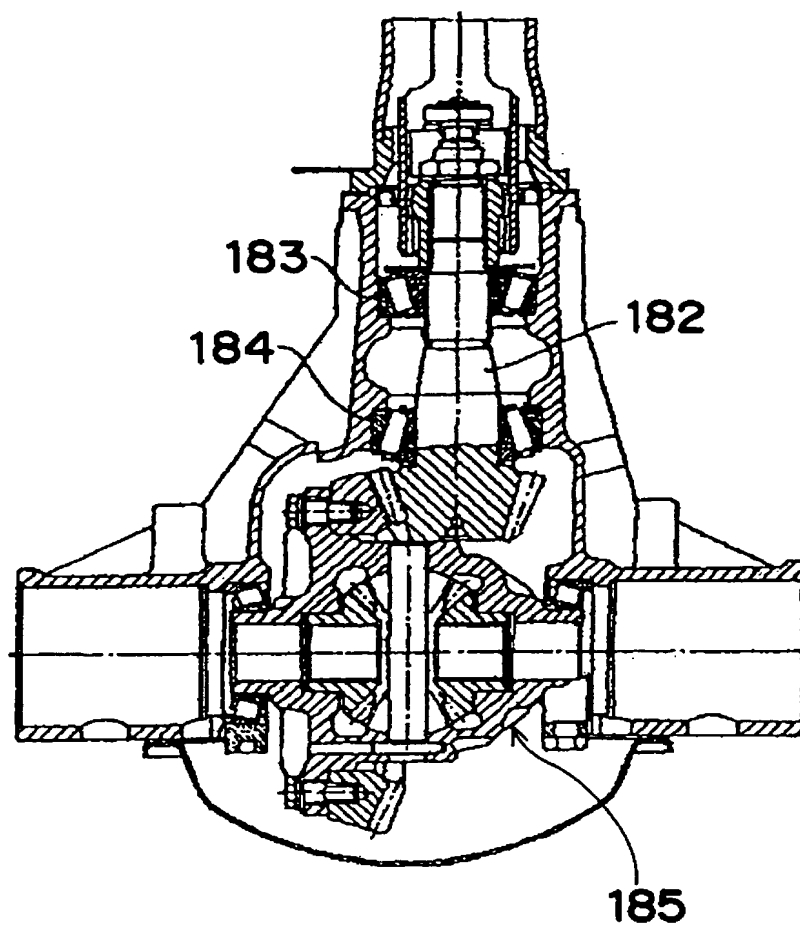


[図9]

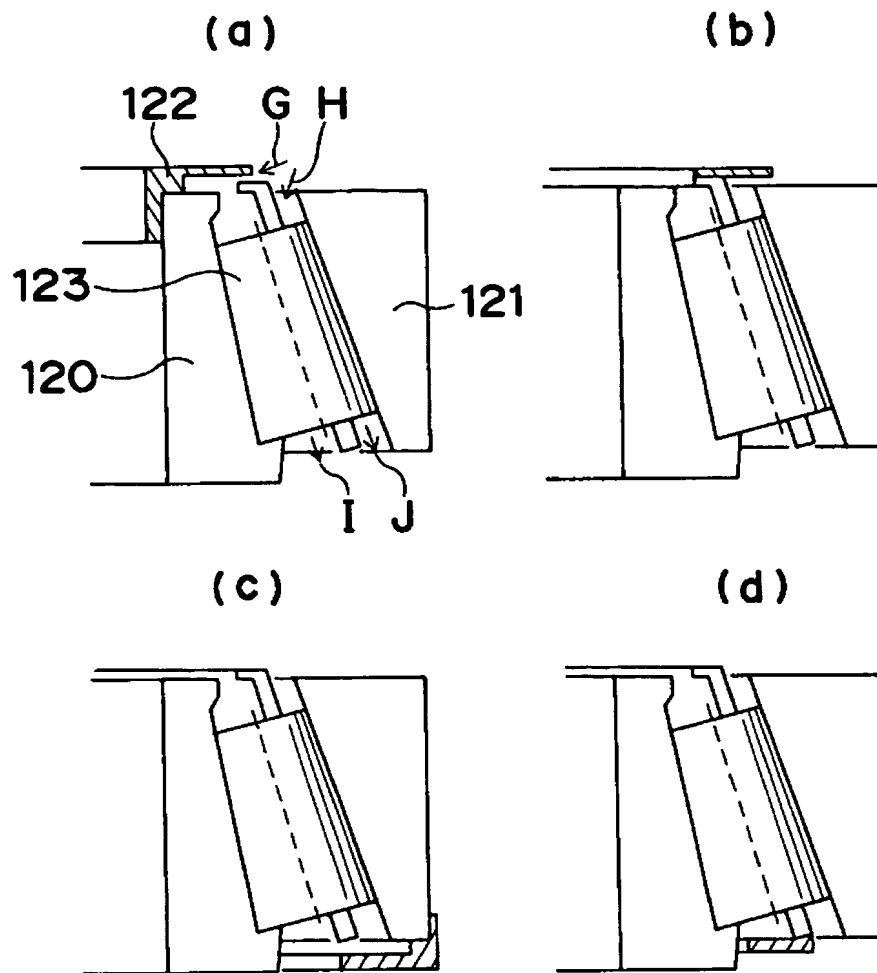


[illegible]

[図11]

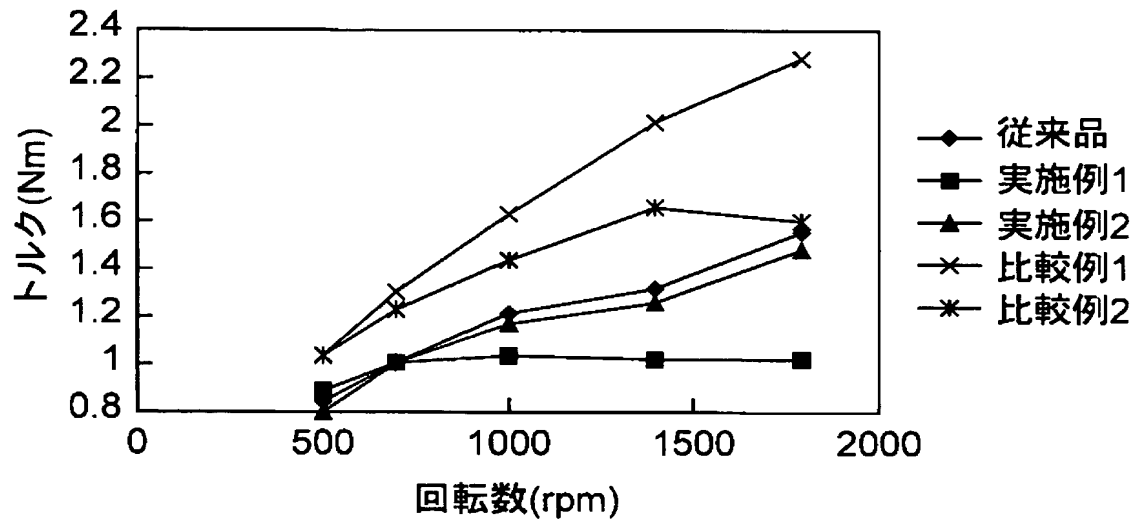


[図12]

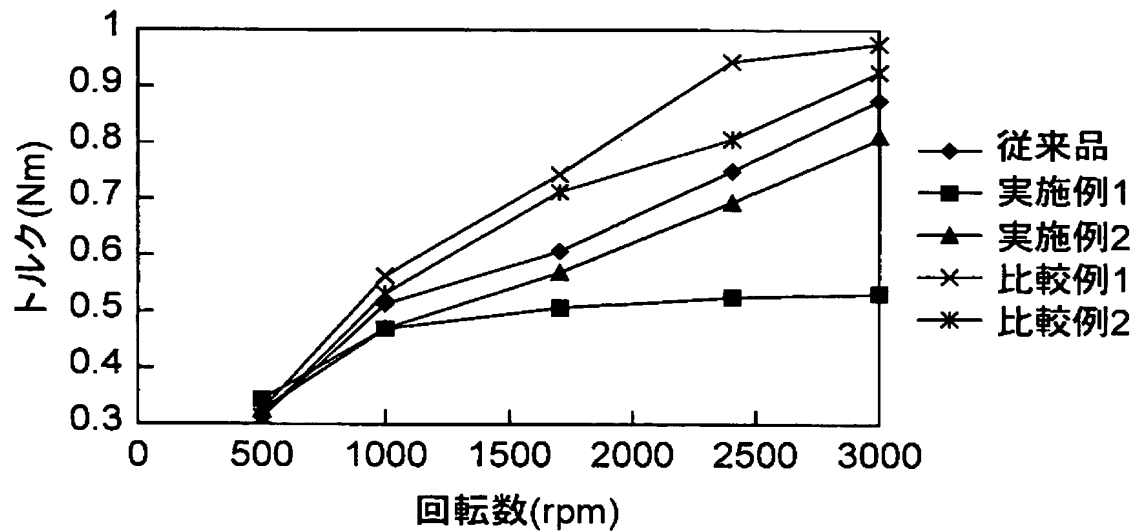


[図13]

(a) ヘッド側におけるトルクと回転数の関係

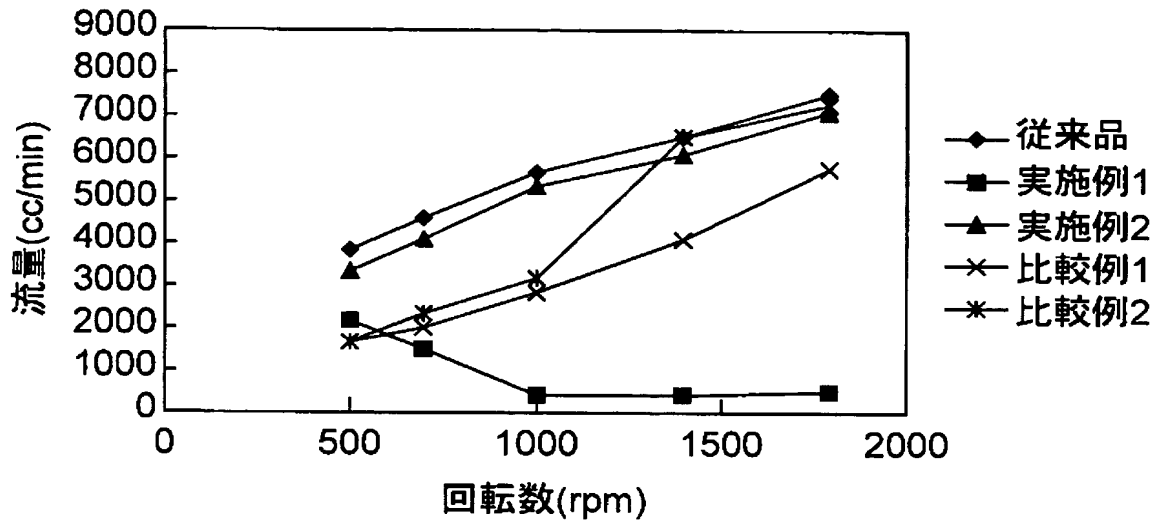


(b) テール側におけるトルクと回転数の関係

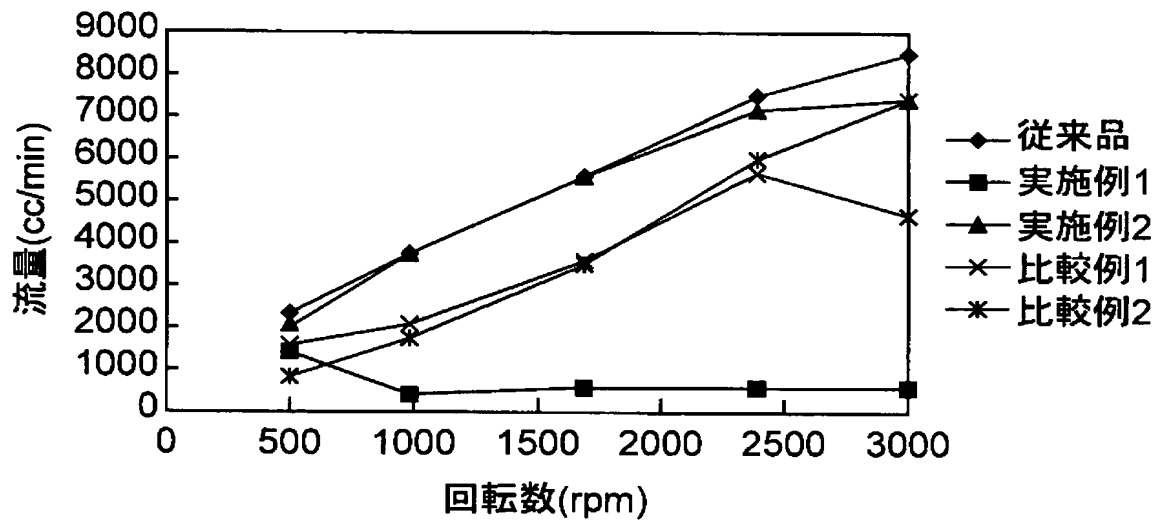


[図14]

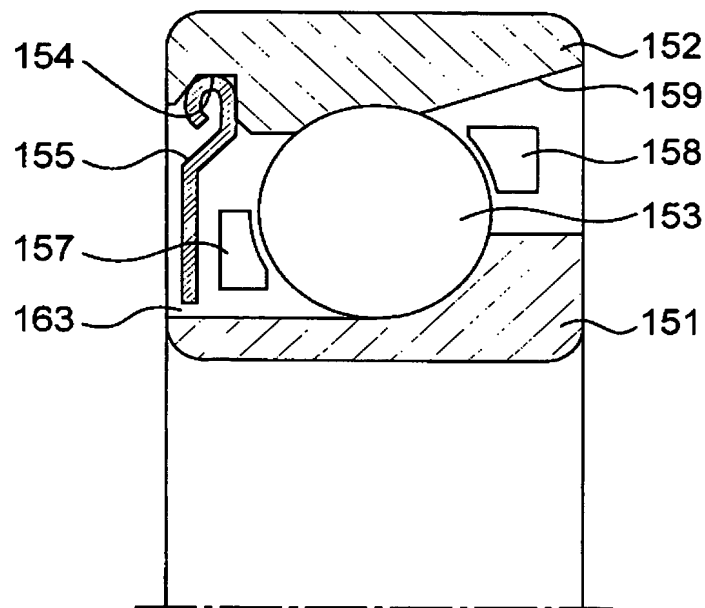
(a) ヘッド側における流量と回転数の関係



(b) テール側における流量と回転数の関係

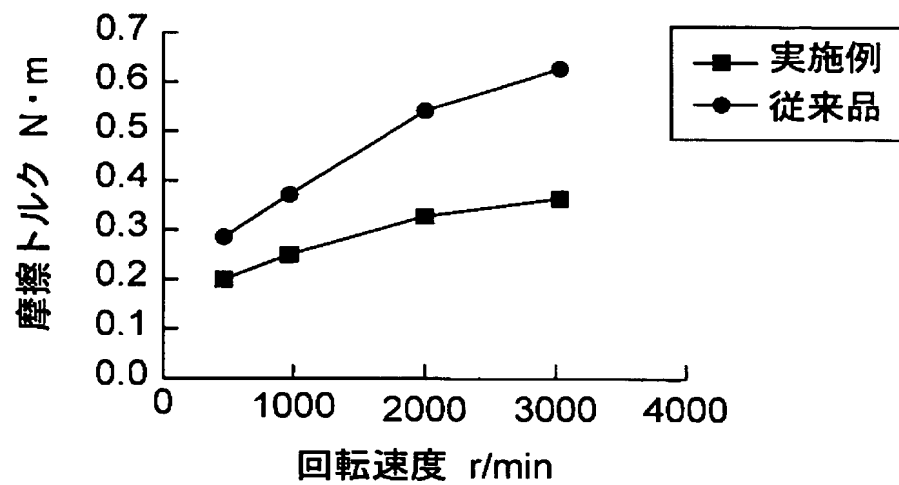


[図15]



[図16]

玉軸受における摩擦トルクと回転速度の関係



[図17]

